

ройства образует отсасывающую трубу в виде расширяющегося кольцевого конуса. Данное техническое решение увеличивает коэффициент использования энергии потока.

*Бесплотинная шнековая гидроэлектростанция*, запатентованная сотрудниками кафедры «Атомная энергетика» УрФУ содержит валы с винтовыми лопастями, образующие шнеки с V-образным расположением их относительно водного потока, причем нижние концы валов объединены через согласующий редуктор, верхний конец одного вала через кардан подключен к генератору, а верхний конец другого вала через упорный подшипник и натяжитель - к упору на противоположном берегу реки или на заякоренном плоту.

Шнеки выполнены в виде конусов с увеличением диаметра винтовых лопастей по направлению потока к нижним концам валов, что увеличивает величину подпора потока воды и отъема от него энергии.

В варианте широкой реки и ограниченных размеров по длине шнеков, последние предполагается располагать зигзагообразно.

Данная конструкция может работать в потоках с низкой скоростью течения от 0,5 м/с.

## **ДВИГАТЕЛИ СТИРЛИНГА В ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Проников И.А., Попов А.И.*

*УрФУ*

*pronikov-ivan@rambler.ru*

Двигатель Стирлинга, как устройство для преобразования тепловой энергии в механическую и электрическую известен с 19-го века, однако невысокий уровень технического развития данного направления был связан как с бывшей доступностью к запасам органического топлива, так и с технической сложностью изготовления ряда узлов двигателя.

В настоящее время многие технические сложности преодолены и такого ряда двигатели находят всё больше применения в самых разных отраслях промышленности.

Двигатели Стирлинга хорошо вписываются в идеологию возобновляемой энергетики как окончательное почти универсальное устройство для выработки электроэнергии из разных форм тепловой энергии.

Утилизировать для выработки электроэнергии теплоту сгорания любых органических веществ: природного газа, угля, торфа, дров, в том числе в когенерационном режиме, наиболее целесообразно для удалённых объектов, лишённых централизованных тепловых и электрических сетей.

При наличии термальных горячих источников на местах представляется возможность применить двигатель Стирлинга для получения электроэнергии «напрямую», т. е. без использования паротурбинного цикла.

Солнечная энергия для работы данного двигателя может использоваться в двух вариантах. Это: либо непосредственный нагрев горячего приёмника – радиатора двигателя от сфокусированного лучевого Солнца, что возможно в дневные часы и при малой облачности, либо нагрев, например, с помощью сол-

нечных коллекторов на вакуумных трубках большого объема жидкости (минерального масла и др.) до высокой температуры в термоаккумуляторах, уже независимо от погодных условий используется для работы двигателя Стирлинга по необходимости.

Похожую схему можно предложить при использовании непостоянной во времени энергии ветра. Тепло, периодически вырабатываемое ветроэнергетической установкой непосредственно или получаемое через преобразование электроэнергии в ТЭНах, также накапливается в термоаккумуляторе для последующего использования двигателем Стирлинга в нужный момент времени.

На многих промышленных предприятиях, особенно металлургических имеются огромные объёмы бросовой тепловой энергии, которая выпускается в атмосферу. Здесь не требуется огромных затрат, чтобы канализировать высокотемпературные потоки и направить их через теплообменники к двигателям Стирлинга для получения собственной и почти дармовой электроэнергии.

Перспективные двигатели такого типа, очевидно, будут работать и при более низких перепадах температур. Например, огромные объёмы стоков городских очистных сооружений даже в зимних условиях при наружной температуре воздуха минус 30...35 °С имеют температуру условно очищенных вод плюс 12...14 °С.

Греют атмосферу также градирни ТЭЦ, АЭС, крупных комбинатов, охлаждая пароводяную смесь. Здесь также как и на стоках очистных сооружений возможна комбинация двигателей Стирлинга совместно с тепловыми насосами. Тепловой насос, охлаждая воду в градирне или стоках, одновременно подаёт более горячую воду потребителям и, при необходимости, на двигатель Стирлинга для параллельной выработки электроэнергии. В летнее время, когда потребность в тепловой энергии уменьшается, двигатели Стирлинга могли бы увеличить выработку электроэнергии.

При использовании двигателей Стирлинга отсутствуют выхлопные газы, шум и вредные выбросы. Даже при использовании ископаемого топлива содержание СО в отработанных газах в 3 раза ниже, чем в ДВС и значительно ниже содержание NO<sub>x</sub> и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, что соответствует самым жёстким мировым экологическим стандартам.

Ко всему выше сказанному стоит добавить, что в Стирлинге отсутствуют многие сложные элементы привычных ДВС: система зажигания, свечи, карбюратор, клапаны, глушитель и т. д. Отсутствие таких агрегатов позволяет Стирлингу обеспечить недостижимый для других двигателей ресурс в десятки и сотни тысяч часов непрерывной работы.

В настоящее время мировые лидеры в области энергетики активно занимаются разработкой установок на основе двигателей Стирлинга. Так например, американская компания *STM Inc.* имеет работающий агрегат мощностью 52 кВт, моторесурсом в 50 000 часов и КПД 45 %, а национальная лаборатория *Sandia* в штате Нью-Мексико (США) с участием компании *Stirling Energy Systems (SES)* занимаются производством установок преобразования солнечной лучистой энергии в промышленную электрическую с КПД 31,25 % (в то время

как у выпускаемых промышленностью массовых кремниевых фотоэлектрических преобразователей 12-15 %)

У двигателей Стирлинга есть большое будущее и уже сегодня двигатели с внешним подводом тепла имеют право на конкурентное существование

#### *Библиографический список*

1. Уокер М. Двигатель Стирлинга. М.: Машиностроение, 1985.
2. Электронные ресурсы: [www.stirling.ru](http://www.stirling.ru), [www.youtube.com](http://www.youtube.com).
3. Ридер Г., Хупер С. Двигатели Стирлинга / пер. англ. М.: Мир, 1986.

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ «ВЭУ-ПЛЭН»**

*Пронин Н.В.*

*Южно-Уральский государственный университет*

*[nikita\\_energy@mail.ru](mailto:nikita_energy@mail.ru)*

Электрическая система отопления «ВЭУ-ПЛЭН» позволяет обогревать помещения при помощи пленочных электронагревателей (ПЛЭНов), используя в качестве источника энергии ветроэнергетическую установку ВЭУ-3 (3 кВт). Принцип работы ПЛЭНов основан на инфракрасном обогреве предметов (пол, стены), которые, в свою очередь, остывая, конвективно отдают тепло воздуху.

Всю систему можно условно разделить на две части:

- 1) ВЭУ-3 – АКБ;
- 2) АКБ – ПЛЭН;

Наличие в системе АКБ играет очень важную роль. Кроме запаса энергии аккумуляторная батарея позволит покрыть пик потребления энергии при запуске системы.

Ветроэнергетическая установка работает на заряд аккумуляторной батареи. Данный участок цепи питания нагрузки реализуется с достаточно большой степенью трудности на базе интеллектуального контроллера, архитектура которого подвергается ряду изменений и доработок. Основываясь на внешних параметрах (ток заряда АКБ, ток нагрузки, мгновенная располагаемая мощность), контроллер должен обеспечивать оптимальную работу системы для возможности обеспечения комфортных условий проживания.

Естественно, что чем лучше будет теплоизолировано (как минимум соответствие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий и сооружений») здание (помещение), тем меньше будет величина кондуктивных теплопотерь, а, следовательно, минимум потребляемой энергии, как в режиме пуска, так и в рабочем режиме [1, 2]. Поэтому максимальная степень теплоизоляции один из главных факторов высокой эффективности работы системы «ВЭУ-ПЛЭН».

Непосредственно нагрузка (ПЛЭН) питается на напряжении 48 DCV. ПЛЭН разогревается до температуры  $+45^{\circ}\text{C}$ . С поверхностями, температура которых отлична от  $+45^{\circ}\text{C}$ , происходит лучистый теплообмен. В свою очередь, интенсивность такого теплообмена будет зависеть от характеристик и геометрии самих поверхностей, а, именно, степени черноты ( $\varepsilon$ ) и коэффициента облученности ( $\varphi_{1-2}$ ) [3]. Чем больше значение  $\varepsilon$  (не может превышать 1) в инфра-